

2. Российский чугун в мире [Электронный ресурс]. URL: <http://steel-review.ru/ferro-russia/> (дата обращения: 26.11.2015).
3. Турбины и Дизели [Электронный ресурс]. URL: [http://www.soyuz-corp.ru/fileadmin/assets/files/%D0%A3%D0%A2%D0%AD%D0%A6\\_%D0%9D%D0%9B%D0%9C%D0%9A.pdf](http://www.soyuz-corp.ru/fileadmin/assets/files/%D0%A3%D0%A2%D0%AD%D0%A6_%D0%9D%D0%9B%D0%9C%D0%9A.pdf) (дата обращения: 26.11.2015).
4. Best Available Techniques (BAT). Reference Document for Iron and Steel Production [Электронный ресурс]. URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu> (дата обращения: 25.11.2015).
5. Anshan Iron & Steel Group Corporation, China, Construction and Operation Experience of 300 MW Blast Furnace Gas Firing Combined Cycle Power Plant [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/e444/e444032.pdf> (дата обращения: 25.11.2015).
6. Mitsubishi Hitachi Power System [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mhps.com/> (дата обращения: 26.11.2015).
7. Matsuda H., Komori T., Oka Y., Yamagami N. Large-Capacity, High Efficiency BFG-Firing Combined Cycle Plant with F Series Gas Turbine / Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. // Technical Review. 2004. Vol. 41. № 5. P. 1-3.
8. Ryzhkov A. F., Levin E. I., Filippov P. S. Use of poor industrial gases for power generation in the combined cycle // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 6. P. 629-641.

*Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524).*

УДК 621.182.3

Исаченко Д. Г., Иванова К. В., Лесных А. В.  
Дальневосточный федеральный университет  
[isachenkooo47@gmail.com](mailto:isachenkooo47@gmail.com)

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБЬЕГО ЖИРА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В КОТЛАХ**

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность использования рыбьего жира в котлах, работающих на жидком топливе, а также уточнена удельная теплота сгорания. Приведены данные о запасах и стоимости рыбьего жира. Приведены результаты серии экспериментов по возможности обогащения рыбьим жиром бурого угля марки 2Б. Применение в промышленной теплоэнергетике отхода производства – рыбьего жира, способно внести существенную экономию традиционных топливных ресурсов, для некоторых производств.

Одними из главных проблем промышленной теплоэнергетики, является постоянный рост цен на традиционные углеводороды и низкая культура эксплуатация котельного оборудования. Цена на твердое топливо достигает 5250 руб./т, на мазут 21000 руб./т [1]. На большинстве предприятий пищевой промышленности скапливаются отходы или вторичные продукты производства. На рыбоперерабатывающих предприятиях этим продуктом является – рыбий жир. Котлы этих предприятий работают на привозном жидком, реже на твердом топливе. Обусловлено это тем, что эти предприятия расположены удаленно. Поставка к ним

топлива осуществляется только водным транспортом, а с точки зрения логистики наиболее эффективным является снабжение жидким топливом. Твердое топливо используется, лишь при наличии местных месторождений.

Среднее рыбоперерабатывающее предприятие перерабатывает за сезон порядка 80 тыс. т/год по рыбе и за сезон накапливает порядка 6,4 тыс. т рыбьего жира. Суммарный годовой запас рыбьего жира на рыбоперерабатывающих предприятиях Дальнего востока Российской Федерации за 2014 год составил 105 тыс. т, без учета объемов, использованных в медицинской и пищевой промышленности. Сотрудниками кафедры «Теплоэнергетики и теплотехники» в работе [2], посвященной возможности исследования использования рыбьего жира в топках котлов низшая теплота сгорания  $Q_i'$  свежего рыбьего жира принимается равной 36025 кДж/кг. Но при хранении рыбьего жира в течении года и более нужно учитывать, такую особенность, как седиментация более тяжелых фракций. Таким образом, на поверхности остаются лишь легкие составляющие, которые на 90 % состоят из поливитаминов.

На лабораторной установке с использованием универсального калориметра ИКА-с6000, были проведены исследования по уточнению теплоты сгорания рыбьего жира (рис. 1). Для получения более точных данных эксперимент проводился в изопироболлическом режиме.

В результате лабораторного кариметрического анализа и пересчете полученных данных на низшую теплоту сгорания по методике [3],  $Q_i'$  для рыбьего жира получилась равной 39348 кДж/кг.



Рис. 1. Универсальный калориметр ИКА-с6000

Как уже говорилось ранее, частичная или полная замена жидкого топлива на рыбий жир, возможна и целесообразна лишь при выполнении ряда условий, как технических, так и экономических, подробнее они изложены в работе [2].

Весьма интересным является добавление рыбьего жира в уголь. Одним из способов обогащения углей является их смешение с продуктами нефтепереработки. На основании этого метода было проведено смешение угля с рыбьим жиром и поставлены определения низшей теплоты сгорания данной смеси, результаты представлены на (рис. 2).

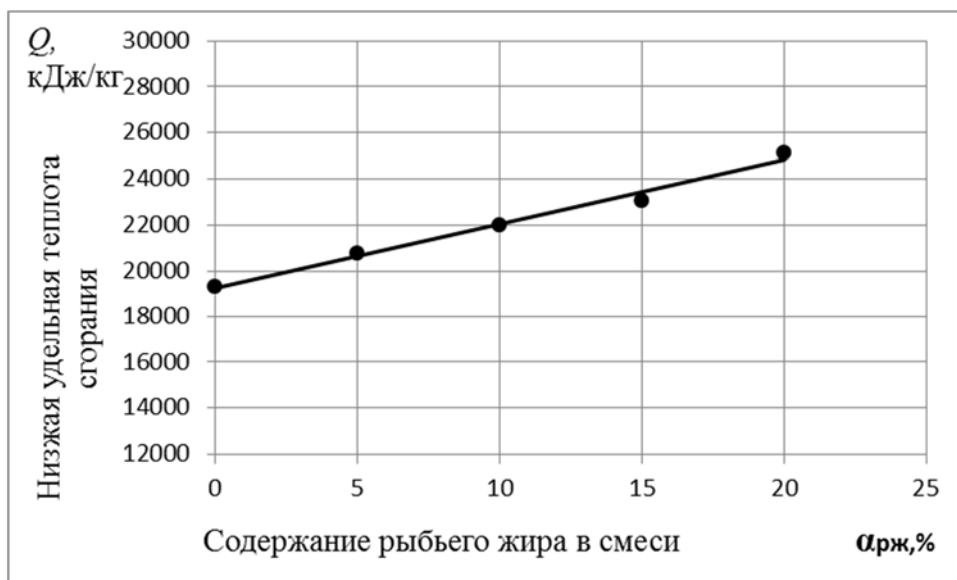


Рис. 2. Зависимость теплоты сгорания смеси от содержания рыбьего жира

В качестве исследуемого твердого топлива был принят бурого угля марки 2Б Ирша-Бородинского месторождения,  $Q_r$ , которого равняется 19320 кДж/кг. При анализе графика зависимости видно, что при повышении концентрации рыбьего жира в смеси на каждые 5 %, теплота сгорания возрастает в среднем на 1445 кДж/кг, и при 20 % составляет 25100 кДж/кг. Дальнейшее повышение концентрации жира в топливе приводит к снижению сыпучести, и довольно яркому проявлению реологических свойств. Также, судя по внешнему виду шлаковых остатков в тигле, с повышением доли рыбьего жира, они становятся более обтекаемыми и легкоудаляемыми.

Следующим этапом исследования применения рыбьего жира, будет его сжигание в натурном котле малой мощности. За счет замены части угля на рыбий жир, который является отходом производства, удастся сократить годовой расход твердого топлива примерно на 30 %, а также улучшить эффективность работы котельного оборудования и снизить экологическую нагрузку в районе теплоисточника.

#### Список использованных источников

1. Кожуховский И. С. Перспективы развития угольной энергетики России // Энергетик. 2013. № 1. С. 2-10.
2. Штым К. А., Лесных А. В., Цой К. А. Опыт применения в котельных установках рыбьего жира в качестве альтернативного жидкого топлива // Энергетик. 2015. № 2. С. 22-23.
3. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание 3-е, переработанное и дополненное СПб. : Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.